

DB61

陕 西 省 地 方 标 准

DB 61/T 1090—2017

相变自调温沥青路面材料设计与施工规范

Design and construction specification for temperature self-operating

asphalt pavement materials of phase transformation

2015-10-25 发布

2017-11-25 实施

陕西省质量技术监督局 发布

目 次

前言 II

1 范围 1

2 规范性引用文件 1

3 术语和定义 1

4 基本规定 2

5 环境条件 2

6 相变材料 3

7 配合比设计 3

8 施工 4

9 质量管理与检验验收 5

附录 A（规范性附录） 潜热值（熔融焓值）的测定 7

附录 B（规范性附录） 相变区间的测定 9

附录 C（规范性附录） 相变点的测定 11

附录 D（规范性附录） 相变型式的测定 13

附录 E（规范性附录） 潜热值（熔融焓值）衰减率的测定 15

附录 F（规范性附录） 调温率的测定目的与适用范围调温率的测定目的与适用范围 17

前 言

本标准按照GB/T 1.1-2009给出的规则起草。

本标准由中交高新科技产业发展有限公司提出。

本标准由陕西省交通运输厅归口。

本标准主要起草单位：中交高新科技产业发展有限公司、北京秦天科技集团有限公司。

本标准主要起草人：徐虎林、翟敏刚、李翔、陶雅各、李建军、赵杨东、龚晓晖、徐通越、王海、郑刚、韦贺只、赵邦皓、孙成、刘波。

本标准由中交高新科技产业发展有限公司解释。

本标准首次发布。

联系方式如下：

单位：中交高新科技产业发展有限公司

电话：029-89565732

地址：陕西省西安市雁塔区高新六路60号

邮编：710065

相变自调温沥青路面材料设计与施工规范

1 范围

本标准规定了相变自调温沥青路面材料的技术原则、环境条件、技术要求、材料、配合比设计、施工及质量管理与检验验收等。

本标准适用于沥青混合料施工的各级新建、改建的沥青路面工程。相变自调温沥青路面材料适用于陕西严寒、次严寒、寒冷及夏热冬冷地区的沥青路面上面层。

2 规范性引用文件

下列文件对于本文件的应用是必不可少的。凡是注日期的引用文件，仅所注日期的版本适用于本文件。凡是不注日期的引用文件，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本文件。

- GB/T 19466.3 塑料差示扫描量热法（DSC）熔融和结晶温度及热焓的测定
- JGJ 51 轻骨料混凝土技术规程
- JTG D50 公路沥青路面设计规范
- JTG E20公路工程沥青及沥青混合料试验规程
- JTG E60 公路路基路面现场测试规程
- JTG F40 公路沥青路面施工技术规范
- JTG F80/1 公路工程质量检验评定标准

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本标准。

3.1

相变材料 phase transformation materials
随温度变化而改变物理性质并能提供潜热的物质。

3.2

潜热值（熔融焓值） intent heat (Melting enthalpy)
单位质量的物质在等温等压情况下，从一个相变化到另一个相吸收或放出的热量。

3.3

相变点 phase transformation point
相变材料发生相变的温度临界点。

3.4

相变区间 phase transformation range

相变材料在受到温度影响时，从相变起始温度转变到相变终结温度之间的区间。

3.5

调温率 attemperatation ratio

环境温度变化时，相变材料温度调节值的比率。

3.6

相变自调温混合料 temperature self-operating asphalt pavement materials of phase transformation

添加一定量的相变材料而制成的沥青混合料。

4 基本规定

4.1 设计与施工应以技术先进、性能稳定、经济合理、施工简便、绿色环保为原则。

4.2 相变自调温沥青路面材料应具备平抑路面温差、抑制路面结冰、缓解路面积雪等效果。

4.3 不应在气温低于 10℃（高速公路和一级公路）或 5℃（其它等级公路），以及雨天、路面潮湿的情况下施工。

4.4 沥青、集料、填料、纤维稳定剂等原材料的质量技术要求应符合 JTG F40 的规定。

4.5 设计与施工除应符合本标准的规定外，还应符合现行国家、行业和地方有关标准、规范的规定。

5 环境条件

应结合陕西地区环境气候条件，因地制宜铺筑沥青路面，环境气候区划应满足表1的要求。

表1 陕西地区环境气候区划

分区 代号	分区 名称	多年平均 最低气温/℃	最热 7d 多年平 均最高气温/℃	气候特征	区域地市名称
I 区	严寒	-25	33	冬季严寒，降雪 期长，气温年较 差大	榆林、府谷、神木、横山、靖边、定边、吴旗、 志丹、绥德、子洲、安塞、清涧、子长、米脂、 佳县、吴堡
II 区	次严 寒	-20	33	冬季严寒，降雪 较多，气温年较 差大	延安、延长、延川、甘泉、富县、宜川、洛川、 宜君、陇县、千阳、麟游、永寿、彬县、黄陵、 黄龙、澄城、淳化、太白、铜川、韩城、合阳、 长武、旬邑、白水
III 区	寒冷	-11	36	冬季寒冷干燥， 夏季炎热，气温 年较差较大	西安、凤翔、岐山、扶风、宝鸡、武功、眉县、 凤县、三原、乾县、泾阳、礼泉、咸阳、兴平、 杨凌、户县、周至、长安、高陵、蒲城、耀州、 大荔、富平、临潼、潼关、华阴、渭南、蓝田、 洛南、商州、佛坪、留坝

表1 陕西地区环境气候区划（续）

分区 代号	分区 名称	多年平均 最低气温/℃	最热 7d 多年平 均最高气温/℃	气候特征	区域地市名称
IV区	夏热 冬冷	-7	33	冬季多冰雨，气 温年较差较大	汉中、略阳、勉县、城固、洋县、宁陕、石泉、 南郑、宁强、西乡、镇巴、紫阳、汉阴、岚皋、 旬阳、安康、平利、白河、镇平、商南、镇安、 丹凤、山阳、柞水
注1：表中气温均指室外环境温度； 注2：气温年较差指地区一年中最高月平均气温与最低月平均气温之差； 注3：对于Ⅲ区、Ⅳ区海拔高于1000米的地区，环境气候区划应提高至Ⅱ区。					

6 相变材料

6.1 一般规定

- 6.1.1 相变材料必须取样进行质量检验，经检验合格方可使用。
- 6.1.2 相变材料应绿色环保，对人体无毒、无害。

6.2 质量要求

- 6.2.1 相变材料应为颗粒状或圆柱状，表面无裂纹、起皮，规格尺寸应符合表 2 的规定。

表2 相变材料规格尺寸要求

单位为mm

规格尺寸	技术要求
直径Φ	(2~4) ±0.2
长度L	(2~4) ±0.2

- 6.2.2 相变材料的技术指标应符合表 3 的规定。

表3 相变材料技术指标

技术指标	技术要求	试验方法
潜热值（熔融焓值）/(J/g)	≥50.0	附录A
相变区间/℃	T _{im} <0, T _{fm} >36	附录B
相变点/℃	17.0±2.0	附录C
相变型式	固固相变（加热至80℃，24h后仍为固态）	附录D
20次热循环潜热值（熔融焓值）衰减率/%	≤5.0	附录E
注：T _{im} 指熔融起始温度，T _{fm} 指熔融终止温度。		

7 配合比设计

7.1 一般规定

7.1.1 配合比设计前，应调研同类路面上面层配合比设计经验和使用效果的基础上，选用符合要求的相变材料。

7.1.2 当相变自调温沥青路面材料结构组合及级配类型的设计不合理时，应进行修改、调整。

7.2 技术要求

7.2.1 采用相变自调温沥青路面材料铺筑的路面上面层，应随环境温度的变化自主调控路面温度，具有高温抗车辙、低温抗开裂性能，不应影响其它路用性能。

7.2.2 相变自调温沥青混合料的路用性能应符合 JTG F40 的规定，调温性能以调温率作为评价指标，并应符合表 4 的规定。

表4 调温性能指标

技术指标	I 区	II 区	III区	IV 区	试验方法
调温率/%	≥ 30				附录 F

7.3 设计方法

7.3.1 相变自调温沥青混合料的配合比设计应通过目标配合比设计、生产配合比设计及生产配合比验证三个阶段，确定沥青混合料的材料品种及配合比、矿料级配、最佳沥青用量、最佳相变材料掺量。

7.3.2 本标准采用马歇尔配合比设计方法，应按照 JTG F40 的规定进行。

7.3.3 相变材料掺量应符合表 5 的规定，通过配合比试验确定满足技术要求的最低掺量。

表5 相变材料掺量

分区	I 区	II 区	III区	IV 区
相变材料掺量/%	≥ 0.4	≥ 0.35	≥ 0.3	≥ 0.3
注1：相变材料掺量指相变材料添加量占沥青混合料总质量的百分比； 注2：相变材料掺量不应高于 0.5%。				

7.3.4 对用于高速公路和一级、二级公路的相变自调温沥青混合料，需在配合比设计的基础上进行车辙试验、浸水马歇尔试验、冻融劈裂试验、弯曲试验等性能检测，并应满足 JTG F40 的要求。

8 施工

8.1 一般规定

8.1.1 掺加相变材料不应影响沥青混合料的施工工艺。

8.1.2 相变材料应储存在通风、干燥区域，严禁受潮、暴晒，储存与运输过程中严禁明火，禁止与易燃品同放，相变材料的使用温度不应超过 210℃。

8.1.3 铺筑上面层前，应检查下卧沥青层的外观及质量，若下卧沥青层已被污染或存在缺陷，必须清洗或经铣刨处理后方可铺筑。

8.2 拌制

8.2.1 相变自调温沥青混合料必须在沥青拌和厂（场、站）采用拌和机械拌制，拌和厂设置、拌和机械设备的性能及环保要求应满足 JTG F40 的要求。

8.2.2 拌和温度应符合 JTG F40 的规定。

8.2.3 集料、相变材料同时投入拌缸中干拌，每盘的干拌时间不应少于 5~10s，随后加入沥青、矿粉等材料按常规工艺拌制，每盘的生产周期不宜少于 50s，以沥青均匀裹覆集料为度。每盘沥青混合料的相变材料实际掺量应按公式（1）计算。

$$m = M \times c \quad \dots\dots\dots (1)$$

式中：

m ——相变材料实际掺量，kg；

M ——每盘沥青混合料实际产能，kg；

8.2.4 c ——相变材料掺量，%。相变材料应采用机械投放，特别路段需人工投放时应保障操作人员人身安全，采取相应保护措施。

8.2.5 出厂时应逐车检测沥青混合料的温度，满足要求方可出厂。

8.3 运输

8.3.1 相变自调温沥青混合料的运输应按照 JTG F40 的规定进行。

8.3.2 装料前必须将车厢清理干净，涂抹隔离剂，禁止喷洒。

8.3.3 运输车到达施工现场后，应严格检测混合料的温度，不得低于摊铺温度。

8.4 摊铺

8.4.1 相变自调温沥青混合料的摊铺应按照 JTG F40 的规定进行。

8.4.2 应根据不同的路面类型，通过铺筑试验路段实测确定松铺系数。

8.4.3 摊铺机起步速度宜为 1.5m/min，正常摊铺速度不宜大于 3.0m/min，宜匀速、连续摊铺，严禁忽快忽慢。

8.4.4 接缝前将粘层油涂抹在施工缝上，粘层油中水分未蒸发完，不得接缝。

8.5 压实及接缝

8.5.1 相变自调温沥青路面的压实及接缝应按照 JTG F40 的规定进行。

8.5.2 压路机的碾压速度宜控制在：静压 3km/h，振压 4km/h。

8.5.3 碾压时应遵循紧跟慢压、高频低幅、先低后高、均匀少水的原则，相邻碾压带应重叠 1/3~1/2 的碾压轮宽度，碾压至要求的压实度为止。

8.5.4 碾压接缝时，第一次重叠宽度应为 20cm，直至 80cm~100cm 后，成 45°向两边碾压，确保接缝平整。

8.6 开放交通

8.6.1 铺筑好的路面应严格控制交通，做好维护，保持整洁。

8.6.2 路面表面温度低于 50℃后，方可开放交通。

9 质量管理与检验验收

9.1 质量管理

施工过程中的质量管理与检查应按照 JTG F40 的规定进行。

9.2 检验验收

- 9.2.1 施工过程中应设置对照组或取样成型试件，进行路用性能和调温性能检验。
- 9.2.2 相变材料实际掺量的误差应小于 0.5%，施工过程中按每作业班组检查一次。
- 9.2.3 路用性能检验应按照 JTG F40 的规定进行，调温性能应满足表 4 的要求，铺筑沥青混合料每 5 千米或 5 万平方米时检验一次调温率。
- 9.2.4 相变自调温沥青混合料的性能检验还应满足 JTG F80/1 的要求。

附 录 A
(规范性附录)
潜热值（熔融焓值）的测定

A.1 测量设备

A.1.1 DSC差示扫描量热仪

DSC差示扫描量热仪性能如下：

- a) 能以 $0.5^{\circ}\text{C}/\text{min} \sim 20^{\circ}\text{C}/\text{min}$ 的速率，等速升温或降温；
- b) 能保持试验温度在 $\pm 0.5^{\circ}\text{C}$ 内至少 60min；
- c) 能够进行分段程序升温或其它模式的升温；
- d) 气体流动速率范围在 $10\text{mL}/\text{min} \sim 60\text{mL}/\text{min}$ ，偏差控制在 $\pm 10\%$ 的范围内；
- e) 温度信号分辨能力在 0.1°C ，噪音低于 0.5°C ；
- f) 为便于校准和使用，试样量最小应为 1mg（特殊情况下，试样量可以更小）；
- g) 仪器能够自动记录 DSC 曲线，并能对曲线和准基线间的面积进行积分，偏差小于 2%；
- h) 配有一个或多个样品支持器的样品架组件。

A.1.2 样品皿

样品皿应符合下列要求：

- a) 用来装测试材料和参比样，由相同质量的同种材料制成。在测量条件下，样品皿不与测试材料和气体发生物理或化学变化；
- b) 样品皿应具有良好的导热性能，能够加盖和密封，并能承受在测量过程中产生的过压。

A.1.3 天平

称量准确度为 $\pm 0.01\text{mg}$ 。

A.1.4 标准样品

应符合 GB/T 19466.1 附录 A。

A.1.5 气源

分析级。

A.2 测量程序

A.2.1 调整保护气及吹扫气气体输出压力为 0.05MPa ；

A.2.2 为保证仪器稳定精确的测试，及设备电器元件温度平衡，仪器至少提前测试 1h 打开，同时打开程序文件确保软件与设备连接正确；

A.2.3 称量测试材料，测试材料质量为 5mg 左右。精确到 0.1mg；

A.2.4 将测试材料放入到样品皿（铝制坩埚）内；

A.2.5 将测试材料样品皿放入到设备样品池中；

A.2.6 点击程序文件新建文件输入测试材料参数；

A.2.7 在规定的压力0.05MPa，吹扫气用氮气流速恒定为20mL/min，保护气用氮气流速恒定为60mL/min的条件下，使用液氮将测试材料降温到-20℃；

A.2.8 以10℃/min的升温速率将测试材料从-20℃升温至50℃，并记录一条DSC熔融曲线；

A.2.9 测试程序中的紧急停机复位温度将自动定义为程序中的最高温度10℃。

A.3 试验结果

A.3.1 根据GB/T 19466.3从DSC差示扫描量热仪所得的DSC曲线上得出熔融起始温度、熔融终止温度，并连接两个温度点为一条直线做为基线，以及从所得的DSC曲线上得峰值与基线之间的面积，得到被测材料的潜热值(熔融焓值)。

A.3.2 潜热值修约至整数。

附 录 B
(规范性附录)
相变区间的测定

B.1 测量设备

B.1.1 DSC差示扫描量热仪

DSC差示扫描量热仪主要性能如下:

- a) 能以 $0.5^{\circ}\text{C}/\text{min} \sim 20^{\circ}\text{C}/\text{min}$ 的速率, 等速升温或降温;
- b) 能保持试验温度在 $\pm 0.5^{\circ}\text{C}$ 内至少 60min;
- c) 能够进行分段程序升温或其它模式的升温;
- d) 气体流动速率范围在 $10\text{mL}/\text{min} \sim 60\text{mL}/\text{min}$, 偏差控制在 $\pm 10\%$ 的范围内;
- e) 温度信号分辨能力在 0.1°C , 噪音低于 0.5°C ;
- f) 为便于校准和使用, 试样量最小应为 1mg (特殊情况下, 试样量可以更小);
- g) 仪器能够自动记录 DSC 曲线, 并能对曲线和准基线间的面积进行积分, 偏差小于 2%;
- h) 配有一个或多个样品支持器的样品架组件。

B.1.2 样品皿

样品皿应符合下列要求:

- a) 用来装测试材料和参比样, 由相同质量的同种材料制成。在测量条件下, 样品皿不与测试材料和气体发生物理或化学变化。
- b) 样品皿应具有良好的导热性能, 能够加盖和密封, 并能承受在测量过程中产生的过压。

B.1.3 天平

称量准确度为 $\pm 0.01\text{mg}$ 。

B.1.4 标准样品

应符合 GB/T 19466.1 附录 A。

B.1.5 气源

分析级。

B.2 测量程序

B.2.1 调整保护气及吹扫气气体输出压力为 0.05MPa ;

B.2.2 为保证仪器稳定精确的测试, 及设备电器元件温度平衡, 仪器至少提前测试 1h 打开, 同时打开程序文件确保软件与设备连接正确;

B.2.3 称量测试材料, 测试材料质量为 5mg 左右。精确到 0.1mg;

B.2.4 将测试材料放入到样品皿 (铝制坩埚) 内;

B.2.5 将测试材料样品皿放入到设备样品池中;

B.2.6 点击程序文件新建文件输入试样参数;

B.2.7 在规定的压力0.05MPa,吹扫气用氮气流速恒定为20mL/min,保护气用氮气流速恒定为60mL/min的条件下,使用液氮将测试材料降温到-20℃;

B.2.8 以10℃/min的升温速率将测试材料从-20℃升温至50℃,并记录一条DSC熔融曲线;

B.2.9 测试程序中的紧急停机复位温度将自动定义为程序中的最高温度10℃。

B.3 试验结果

B.3.1 根据GB/T 19466.3从DSC差示扫描量热仪熔融曲线上得出熔融起始温度 T_{im} 、熔融终止温度 T_{fm} ,此温度区间为相变区间范围。

B.3.2 温度保留一位小数。

附 录 C
(规范性附录)
相变点的测定

C.1 测量设备

C.1.1 DSC差示扫描量热仪

DSC差示扫描量热仪主要性能如下:

- a) 能以 $0.5^{\circ}\text{C}/\text{min} \sim 20^{\circ}\text{C}/\text{min}$ 的速率, 等速升温或降温;
- b) 能保持试验温度在 $\pm 0.5^{\circ}\text{C}$ 内至少 60min;
- c) 能够进行分段程序升温或其它模式的升温;
- d) 气体流动速率范围在 $10\text{mL}/\text{min} \sim 60\text{mL}/\text{min}$, 偏差控制在 $\pm 10\%$ 的范围内;
- e) 温度信号分辨能力在 0.1°C , 噪音低于 0.5°C ;
- f) 为便于校准和使用, 试样量最小应为 1mg (特殊情况下, 试样量可以更小);
- g) 仪器能够自动记录 DSC 曲线, 并能对曲线和准基线间的面积进行积分, 偏差小于 2%;
- h) 配有一个或多个样品支持器的样品架组件。

C.1.2 样品皿

样品皿应符合下列要求:

- a) 用来装测试材料和参比样, 由相同质量的同种材料制成。在测量条件下, 样品皿不与测试材料和气体发生物理或化学变化。
- b) 样品皿应具有良好的导热性能, 能够加盖和密封, 并能承受在测量过程中产生的过压。

C.1.3 天平

称量准确度为 $\pm 0.01\text{mg}$ 。

C.1.4 标准样品

GB/T 19466.1附录A。

C.1.5 气源

分析级。

C.2 测量程序

C.2.1 调整保护气及吹扫气气体输出压力为 0.05MPa 。

C.2.2 为保证仪器稳定精确的测试, 及设备电器元件温度平衡, 仪器至少提前测试1h打开, 同时打开程序文件确保软件与设备连接正确。

C.2.3 称量测试材料, 测试材料质量为5mg左右。精确到0.1mg。

C.2.4 将测试材料放入到样品皿(铝制坩埚)内。

C.2.5 将测试材料样品皿放入到设备样品池中。

C.2.6 点击程序文件新建文件输入试样参数。

C.2.7 在规定的压力0.05MPa，吹扫气用氮气流速恒定为20mL/min，保护气用氮气流速恒定为60mL/min的条件下，使用液氮将测试材料降温到-20℃。

C.2.8 以10℃/min的升温速率将测试材料从-20℃升温至50℃，并记录一条DSC熔融曲线。

C.2.9 测试程序中的紧急停机复位温度将自动定义为程序中的最高温度10℃。

C.3 试验结果

C.3.1 根据GB/T 19466.3从DSC差示扫描量热仪所得的DSC曲线上得出熔融起始温度、熔融终止温度，并连接两个温度点为一条直线做为基线，与基线平行对应于转变开始的曲线最大斜率处所作切线的交点所对应的温度，为相变点(外推熔融起始温度)。

C.3.2 温度保留一位小数。

附 录 D
(规范性附录)
相变型式的测定

D.1 测量设备

D.1.1 显微熔点仪

显微熔点仪主要性能如下：

- a) 显微熔点仪，主要用于制药、化工、纺织、橡胶、燃料等行业的对晶体熔点，相态转化的测定、分析、研究；
- b) 加热台采用国内领先的埋入式陶瓷远红外辐射发热技术，具有发热均与，耐腐蚀性强，使用寿命长，绝缘性好等优异性能；
- c) 温度传感装置选用了特种进口高温胶直接将感应温度的铂热电阻和不锈钢工作台面粘结在一起，因而有控温精度高，结构简单，耐腐蚀性强等特点；
- d) 控温采用了数字显示，PID 自整式定时报警（防止因实验完成后因忘记关电源而造成加热台干烧）单片微机技术的面板式控温仪，具有自动控温、控温精度高等特点；
- e) 配有三目连续变倍体视显微镜，视场大，立体感强，并可接摄像装置，连接电脑拍摄和保存显微视频和图像。

D.1.2 技术参数

- a) 放大倍数：7X~45X 上下光源；
- b) 测量范围：50℃~320℃；
- c) 测量精度：±1%；
- d) 最小分度值：0.1℃；
- e) 测试量：≤1mg；
- f) 传感器：PT—100；
- g) 电源：AC220V 50HZ；
- h) 使用环境：温度 0~40℃，相对湿度 45%~85%。

D.1.3 天平

称量准确度为±0.01mg。

D.2 测量程序

D.2.1 将加热台放置在显微镜工作台上。

D.2.2 插上显微镜电源，打开显微镜照明开关。

D.2.3 被测物品测试前应放于0℃冰柜冷冻内冷冻2h。

D.2.4 打开控温仪电源，控温表指示灯RUN、HAT、ALM、COV亮约十秒钟。当屏幕PV行显示出加热台温度时（初始状态为室温）。

D.2.5 按一下SET键开始设定所需要的温度值，AT减少温度，TIME增加温度，使屏幕显示为所设定的温度80℃，再按SET键确认，并进入报警时间设置，AT减少，TIME增加。0为不设定报警（如能做到实验后随手关机建议设为0）。如设定报警功能，当到达设定时间时蜂鸣器响4声，加热输出关闭。再次按SET键确认并进入工作状态。

D.2.6 在加热台中心区域放上一片载玻片，用不锈钢镊子取出1mg道路自调温相变材料放在载玻片上，选择适当的显微镜倍数并调节清晰，同时录像记录时间。

D.2.7 调节合适的升温速率，使温度能够达到设置温度80℃。

D.3 试验结果

测试道路自调温相变材料在80℃加热24h后仍为固态。

附 录 E
(规范性附录)
潜热值(熔融焓值)衰减率的测定

E.1 测量设备

E.1.1 DSC差示扫描量热仪

DSC差示扫描量热仪主要性能如下:

- a) 能以 $0.5^{\circ}\text{C}/\text{min}\sim 20^{\circ}\text{C}/\text{min}$ 的速率, 等速升温或降温;
- b) 能保持试验温度在 $\pm 0.5^{\circ}\text{C}$ 内至少 60min;
- c) 能够进行分段程序升温或其它模式的升温;
- d) 气体流动速率范围在 $10\text{mL}/\text{min}\sim 60\text{mL}/\text{min}$, 偏差控制在 $\pm 10\%$ 的范围内;
- e) 温度信号分辨能力在 0.1°C , 噪音低于 0.5°C ;
- f) 为便于校准和使用, 试样量最小应为 1mg (特殊情况下, 试样量可以更小);
- g) 仪器能够自动记录 DSC 曲线, 并能对曲线和准基线间的面积进行积分, 偏差小于 2%;
- h) 配有一个或多个样品支持器的样品架组件。

E.1.2 样品皿

样品皿应符合下列要求:

- a) 用来装测试材料和参比样, 由相同质量的同种材料制成。在测量条件下, 样品皿不与测试材料和气体发生物理或化学变化;
- b) 样品皿应具有良好的导热性能, 能够加盖和密封, 并能承受在测量过程中产生的过压。

E.1.3 天平

称量准确度为 $\pm 0.01\text{mg}$ 。

E.1.4 标准样品

GB/T 19466.1附录A。

E.1.5 气源

分析级。

E.2 测量程序

E.2.1 调整保护气及吹扫气气体输出压力为 0.05MPa 。

E.2.2 为保证仪器稳定精确的测试, 及设备电器元件温度平衡, 仪器至少提前测试1h打开, 同时打开程序文件确保软件与设备连接正确。

E.2.3 称量测试材料, 测试材料质量为5mg左右。精确到 0.1mg 。

E.2.4 将测试材料放入到样品皿(铝制坩埚)内。

E.2.5 将测试材料样品皿放入到设备样品池中。

- E. 2. 6 点击程序文件新建文件输入试样参数。
- E. 2. 7 在规定的压力0. 05MPa，吹扫气用氮气流速恒定为20mL/min，保护气用氮气流速恒定为60mL/min的条件下，使用液氮将测试材料降温到-20℃。
- E. 2. 8 以10℃/min的升温速率将测试材料从-20℃升温至50℃，并记录一条DSC熔融曲线，测试程序中LN2为关闭。
- E. 2. 9 恒温5min，测试程序中LN2为自动。
- E. 2. 10 以10℃/min的降温速率将测试材料从50℃冷却到-20℃，测试程序中LN2为自动。
- E. 2. 11 恒温5min，测试程序中LN2为自动。
- E. 2. 12 按照E. 2. 8-E. 2. 11顺序共做20次循环，可得到第20次DSC熔融曲线。
- E. 2. 13 测试程序中的紧急停机复位温度将自动定义为程序中的最高温度10℃。

E. 3 试验结果

根据GB/T 19466. 3从DSC差示扫描量热仪所得的DSC曲线上记取第一次熔融焓, 及第20次熔融焓。按照公式（E. 1）计算经过20次循环的熔融焓衰减率。

$$X = \frac{H_0 - H_1}{H_0} \dots\dots\dots (E.1)$$

式中：
X——20次循环后的熔融焓衰减率，%；
H₀——初始熔融焓，单位为焦耳每克（J/g）；
H₁——20次循环后测得熔融焓，单位为焦耳每克（J/g）。
衰减率保留一位小数。

附 录 F
(规范性附录)

调温率的测定目的与适用范围调温率的测定目的与适用范围

F.1 目的与适用范围

- F.1.1 本方法适用于相变自调温沥青混合料的调温性能评价。
- F.1.2 本方法的数据采集、记录和数据处理由专用设备及软件完成。

F.2 仪器设备

- F.2.1 本方法采用非稳态热脉冲法，适用于测定干燥或不同含湿状况下相变自调温沥青混合料的调温值。
- F.2.2 仪器设备的选型及要求应符合JGJ 51中“7.5 导热系数”的规定。热脉冲法（非稳态法）测试装置由一个加热器和放置在加热器两侧的试件及测温热电偶组成，当加热器启动后，根据被测试件的温度变化值测定调温值。
- F.2.3 测定所用试件应符合下列规定：
 - a) 相变自调温沥青混合料和基准对照组沥青混合料每组各 3 块试件；
 - b) 试件尺寸为 200mm×200mm×40mm；
 - c) 试件需一次成型，试件的表观密度差应小于 5%，各试件的接触面应结合紧密，试件不平行度应小于试件厚度的 1%，并应符合 JTGE20 的规定。

F.3 测试步骤

- F.3.1 将主机信号线与电脑正确连接，打开主机电源开关。
- F.3.2 将主箱体平行地面安放，插入“固定插销”将箱体固定。
- F.3.3 测量试件厚度、质量，精确至小数点后两位。
- F.3.4 依次打开低温恒温槽、计算机电源开关，进入测定仪主界面。
- F.3.5 当热源面与试件上表面温度达到16.5℃时，旋转丝杠手柄，将丝杠退回最高位，先打开箱体带探头的一端，放置两块试件，并把探头放置两块试件中间，关闭箱体；打开另一侧箱体，放入另一块试件，关闭箱体。
- F.3.6 插入定位插销，将箱体水平摆放，有探头一侧朝上，处于待测状态。
- F.3.7 当试件上表面温度为16.5℃时，依次输入试件厚度、表观密度、测量温升2℃，点击测试键测定调温值。

F.4 数据处理

每组测试3块试件取其平均调温值，应按F.1计算调温率。

$$T_c = \frac{T_2 - T_1}{\tau_2} \dots\dots\dots (F.1)$$

式中：

T_c ——调温率，%；

T_i ——相变自调温沥青混合料的平均调温值，℃；

T_0 ——基准对照组沥青混合料的平均调温值，℃。
